

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-051614

(43)Date of publication of application : 21.02.2003

(51)Int.Cl.

H01L 33/00
H01L 21/3065
H01L 21/308
H01S 5/323

(21)Application number : 2002-152821

(71)Applicant : SAMSUNG ELECTRO MECH CO
LTD

(22)Date of filing : 27.05.2002

(72)Inventor : KWAK JOON-SEOP
LEE KYO-YEOL

(30)Priority

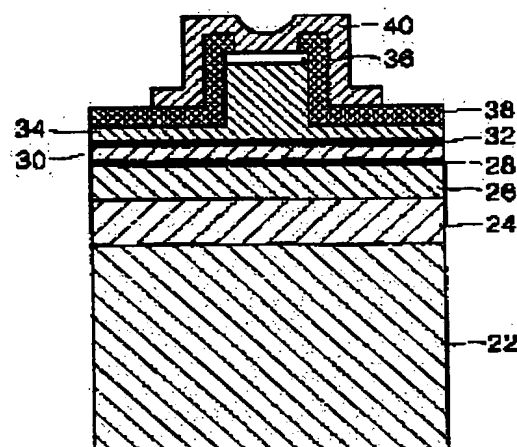
Priority number : 2001 200129253 Priority date : 26.05.2001 Priority country : KR

(54) MANUFACTURING METHOD FOR SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a manufacturing method for a semiconductor light-emitting element.

SOLUTION: The manufacturing method is provided with a stage of forming a light-emitting structure including a p-type electrode on an n-type substrate, a stage of etching the lower surface of the substrate and a stage of forming an n-type electrode on the etched lower surface of the substrate. The lower surface of the n-type substrate is wet-etched or dry-etched. Thus, as a result the n-type electrode is formed on the lower surface of the substrate without damages, and the characteristics of the light-emitting element, especially a semiconductor laser diode, are improved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.02.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-51614

(P2003-51614A)

(43) 公開日 平成15年2月21日 (2003.2.21)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マ-ト* (参考)

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

C 5 F 0 0 4

21/3065

21/308

C 5 F 0 4 1

21/308

H 0 1 S 5/323

6 1 0

5 F 0 4 3

H 0 1 S 5/323

6 1 0

H 0 1 L 21/302

1 0 5 B

5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-152821 (P2002-152821)

(22) 出願日 平成14年5月27日 (2002.5.27)

(31) 優先権主張番号 2 0 0 1 - 0 2 9 2 5 3

(32) 優先日 平成13年5月26日 (2001.5.26)

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 591003770

三星電機株式会社

大韓民国京畿道水原市八達區梅灘3洞314

番地

(72) 発明者 郭 準 燮

大韓民国京畿道水原市八達區遠川洞548番

地 住公アパート215棟1203号

(74) 代理人 100072349

弁理士 八田 幹雄 (外4名)

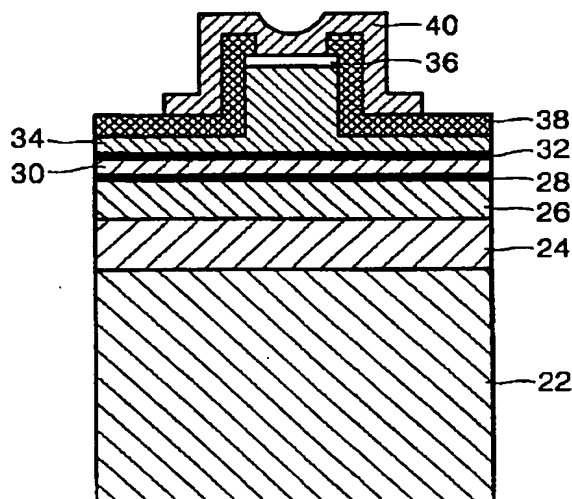
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体発光素子の製造方法を提供する。

【解決手段】 n型基板上にp型電極を含む発光構造体を形成する段階と、前記基板の下部面をエッチングする段階と、前記基板のエッチングされた下部面上にn型電極を形成する段階とを含む。前記n型基板の下部面は湿式又は乾式エッチングする。これにより、ダメージがない基板の下部面にn型電極が形成されるので、発光素子、特に半導体レーザダイオードの特性を向上させ得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 n型基板上にp型電極を含む発光構造体を形成する段階と、

前記基板の下部面をエッチングする段階と、

前記基板のエッチングされた下部面上にn型電極を形成する段階とを含むことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項2】 前記発光構造体を形成した後、前記基板の下部面をエッチングする前に、前記基板の下部面を機械的に研磨することを特徴とする請求項1に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項3】 前記発光構造体は発光ダイオード用の構造体であることを特徴とする請求項1、2に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項4】 前記発光構造体はレーザダイオード用の構造体であることを特徴とする請求項1、2に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項5】 前記下部面は乾式エッチングされることを特徴とする請求項1、2に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項6】 前記下部面は湿式エッチングされることを特徴とする請求項1、2に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項7】 前記乾式エッチングは電子サイクロトロン共鳴エッチング、ケミカルアシスティブイオンビームエッチング、誘導結合プラズマエッチング及び反応性イオンエッチングのうちいずれか一つの方法で実施されることを特徴とする請求項5に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項8】 前記乾式エッチングにおいて、主要エッチングガスとして Cl_2 、 BCl_3 又は HBr ガスを使用することを特徴とする請求項7に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項9】 前記乾式エッチングにおいて、添加ガスとして Ar 又は H_2 ガスを使用することを特徴とする請求項8に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項10】 前記湿式エッチングにおいて、エッチング液として KOH 、 NaOH 又は H_3PO_4 溶液を使用することを特徴とする請求項6に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項11】 前記下部面はグラインディング又はラッピングで研磨されることを特徴とする請求項2に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項12】 前記n型電極は0～500℃で熱処理されることを特徴とする請求項1、2に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項13】 前記n型電極は、 Ti 、 Al 、 In 、 Ta 、 Pd 、 Co 、 Ni 、 Si 、 Ge 及び Ag より成った群から選択された少なくともいずれか一つの物質を含む電極であることを特徴とする請求項1、2、12に記

載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項14】 前記n型基板はIII-V族のn型化合物半導体基板であることを特徴とする請求項1、2に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項15】 前記n型化合物半導体基板はn型窒化ガリウム基板であることを特徴とする請求項14に記載の半導体発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体発光素子の製造方法に係り、より詳しくは基板の下部面を加工してn型電極を効果的に形成できる半導体発光素子の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】高密度な情報記録の必要性の増大により、可視光放出が可能な半導体発光素子に対する需要が増加している。特にDVD等のような高密度光記録媒体が市場に出回ることにより、可視光領域のレーザ放出が可能なレーザダイオードに対する需要が急増している。これにより、可視光領域のレーザ発振が可能な多様な形態の化合物半導体レーザダイオード(Laser Diode、以下LD)が登場している。特に、III-V族窒化物を用いた化合物半導体レーザダイオードは、遷移方式がレーザ発振確率の高い直接遷移型であり、青色レーザ発振が可能な特性を有するので、注目されている。又、照明機器への応用次元で青色半導体発光ダイオード(Light Emitting Diode、以下LED)も注目されている。

【0003】III-V族の窒化物を用いた化合物半導体発光素子は、発光特性をより向上させるために窒化ガリウム(GaN)基板上に形成されるのが一般的である。

【0004】図1はGaN発光素子の従来の製造方法によりGaN基板上に形成されたGaN LEDの断面図であり、これを参照すれば、GaN基板2上にn型GaN層4、活性層6及びp型GaN層8が順次に形成されている。p型GaN層8上に透明なp型電極10が形成されており、p型電極10の所定領域上にボンディングパッド12が形成されている。

【0005】一方、参照番号14はGaN基板2の下部面に付着させられたn型電極を示す。n型電極14は、通常、GaN基板2の厚さが研磨後もなお発光素子を支持することができる所定の厚さになるまでGaN基板2の下部面をグラインディング、ラッピング又はポリッシングにより研磨した後に、GaN基板2の下部面に付着させられる。

【0006】ところで、上記研磨過程でGaN基板2の下部面は損傷するので、GaN基板2の下部面にダメージ層16が形成される。結局n型電極14はダメージ層16に付着するようになる。

【0007】従って、 n 型電極14の付着が不良になることがあり、それにより発光素子の特性が低下する。例えば、 n 型電極14に印加される電圧に関する発光効率が低くなり、発光素子の動作過程で発生する熱が多くなるため発光素子の寿命が短縮する。

【0008】図2は発光素子の従来の製造方法によりGa_{0.4}N基板22上に形成されたGa_{0.4}N LEDの断面図であり、これを参照すれば、Ga_{0.4}N基板22上に n 型Ga_{0.4}N層24、 n 型AlGa_{0.4}N/Ga_{0.4}Nクラッド層26、 n 型Ga_{0.4}Nウェーブガイド層28、InGa_{0.4}N活性層30、 p 型Ga_{0.4}Nウェーブガイド層32、 p 型AlGa_{0.4}N/Ga_{0.4}Nクラッド層34及び p 型Ga_{0.4}N層36が順次に形成されている。ここで、 p 型AlGa_{0.4}N/Ga_{0.4}Nクラッド層34は電流通路になるリッジを有するリッジ構造であり、 p 型Ga_{0.4}N層36は当該リッジ上に形成されている。続いて、当該リッジを有する p 型AlGa_{0.4}N/Ga_{0.4}Nクラッド層34上に、 p 型Ga_{0.4}N層36の電流通路になる一部領域を露出させる保護層38が形成されている。そして、 p 型Ga_{0.4}N層36の上記露出された部分と接触するように、保護層38上に p 型電極40が形成されている。Ga_{0.4}N基板22の下部面上に n 型電極42が形成されており、 n 型電極42は上記のLEDの n 型電極14と同一の過程を経て付着させられたものである。従って、LEDの場合にもGa_{0.4}N基板22の下部面にダメージ層44が形成されるので、結局 n 型電極42はダメージ層44上に形成され、上記LEDで発生する問題点と類似した問題点が発生する。

【0009】一般に、Ga_{0.4}N基板22上にIII-V族の窒化物を用いた化合物半導体発光素子を形成する時、LEDの場合は熱放出及び素子の分離のため、LEDの場合は劈開面形成のため、Ga_{0.4}N基板の下部面を機械的に研磨してその厚さを薄くすることが望ましい。しかし、この過程で下部面には前述したようなダメージ層が形成されるので、Ga_{0.4}N基板の下部面への n 型電極の付着が不安定になり、その結果素子の特性が低下するという問題点が発生する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上部面に発光素子が形成されたGa_{0.4}N基板の下部面を加工するにおいて、下部面にダメージ層が形成されることを防止して、上記発光素子の特性が低下することを防止することができる半導体発光素子の製造方法を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は n 型基板上に p 型電極を含む発光構造体を形成する段階と、前記基板の下部面をエッチングする段階と、前記基板のエッチングされた下部面上に n 型電極を形成する段階とを含むことを特徴とする半導体発光素子の製造方法を提供する。

【0012】前記発光構造体を形成した後、前記基板の下部面をエッチングする前に、前記基板の下部面を機械的に研磨することが望ましい。

【0013】前記発光構造体は発光ダイオード用又はレーザダイオード用の構造体であることが望ましい。

【0014】前記下部面は乾式又は湿式エッチングされることが望ましい。

【0015】前記乾式エッチングは電子サイクロトロン共鳴エッチング、ケミカルアシスティブイオンビームエッチング、誘導結合プラズマエッチング及び反応性イオンエッチングのうちいずれか一つの方法で実施されることが望ましい。

【0016】前記乾式エッチングにおいて、主要エッチングガスとしてCl₂、BCl₃又はHBrガスを 사용할ことが望ましい。ここで、添加ガスとしてAr又はH₂ガスを使用してもよい。

【0017】前記湿式エッチングにおいて、エッチング液としてKOH、NaOH又はH₃PO₄溶液を使用することが望ましい。

【0018】前記下部面はグラインディング又はラッピング方式で研磨されてもよい。

【0019】前記 n 型電極はTi、Al、In、Ta、Pd、Co、Ni、Si、Ge及びAgよりなる群から選択された少なくともいずれか一つの物質を含む電極であることが望ましい。また、前記 n 型電極は、0～500℃で熱処理されることが望ましい。

【0020】前記 n 型基板はIII-V族の n 型化合物半導体基板であることが望ましく、 n 型Ga_{0.4}N基板であることがさらに望ましい。

【0021】このような本発明によれば、Ga_{0.4}N基板の下部面を加工する過程で前記下部面にダメージ層が形成されることを防止できる。従って、前記下部面に n 型電極を安定して付着できるので、Ga_{0.4}N基板上に形成された発光素子の特性が低下することを防止できる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の半導体発光素子の製造方法の実施例として、Ga_{0.4}N発光素子製造方法について、図面を参照して詳細に説明する。図面においては、層や領域の厚さは明細書の明確性のため誇張して示す。ここで、発光素子を構成する部材の中で従来技術と同一の部材に対しては、従来技術の説明において用いた参照番号と同一の参照番号を使用する。

【0023】LEDやLDのような半導体発光素子の種類によって、素子の構成上の差はあるが、この差は大きくない。従って、後述するようにその製造工程も類似すると見られる。そこで、Ga_{0.4}N基板上にLDを形成する場合を先ず詳細に説明し、LEDについてはこれに基づいて簡略に言及する。この際LDについての説明は第1及び第2実施例に区分する。

【0024】〈第1実施例〉図3を参照して説明する。

n型Ga_{0.9}N基板22上にn型Ga_{0.9}N層24と、n型AlGa_{0.1}N/Ga_{0.9}Nクラッド層26と、n型Ga_{0.9}Nウェーブガイド層28と、InGa_{0.1}N活性層30と、p型Ga_{0.9}Nウェーブガイド層32と、p型AlGa_{0.1}N/Ga_{0.9}Nクラッド層34及びp型Ga_{0.9}N層36とを順次に形成する。n型AlGa_{0.1}N/Ga_{0.9}Nクラッド層26と、n型Ga_{0.9}Nウェーブガイド層28と、InGa_{0.1}N活性層30と、p型Ga_{0.9}Nウェーブガイド層32と、p型AlGa_{0.1}N/Ga_{0.9}Nクラッド層34とは共振器層を形成する。p型AlGa_{0.1}N/Ga_{0.9}Nクラッド層34は電流通路になるリッジを備える構造に形成されることが望ましい。

【0025】詳しく説明すると、リッジになる領域を画定し、その他の領域を露出させるフォトレジストパターン（図示せず）をp型Ga_{0.9}N層36上に形成する。上記フォトレジストパターンをエッチングマスクとして使用してp型Ga_{0.9}N層36及びp型AlGa_{0.1}N/Ga_{0.9}Nクラッド層34を順次にエッチングした後、上記フォトレジストパターンを除去する。ここで、p型AlGa_{0.1}N/Ga_{0.9}Nクラッド層34の上記リッジ部を除外した領域については、p型AlGa_{0.1}N/Ga_{0.9}Nクラッド層34を完全にはエッチングせず所定の厚さを残すことが望ましい。このようにして、上記のリッジ構造を有するp型AlGa_{0.1}N/Ga_{0.9}Nクラッド層34が形成され、上記リッジ部上にp型Ga_{0.9}N層36が形成される。

【0026】続いて、p型AlGa_{0.1}N/Ga_{0.9}Nクラッド層34上にp型Ga_{0.9}N層36の一部領域を露出させる保護層38を形成する。保護層38上にp型Ga_{0.9}N層36の上記露出された領域と接触するようにp型電極40を形成する。

【0027】その後、図4に示したように、Ga_{0.9}N基板22の厚さが、Ga_{0.9}N基板22の上部面上に形成された発光素子を少なくとも支持でき、上記発光素子の動作中に発生する熱を外部へ放熱することができる程度の厚さになるまで、Ga_{0.9}N基板22の厚さをGa_{0.9}N基板22の下部面から薄くすることが望ましい。

【0028】ここで、Ga_{0.9}N基板22の下部面を乾式エッチング又は湿式エッチングで除去することが望ましいが、機械的研磨を併用することもできる。即ち、機械的研磨方式で上記下部面を研磨してGa_{0.9}N基板22の厚さを所定の厚さに縮めた後、Ga_{0.9}N基板22の下部面を乾式エッチング又は湿式エッチングする。これについては第2実施例で詳細に説明する。

【0029】上記乾式エッチングはケミカルアシスティッドイオンビームエッチング（CAIBE: chemical assisted ion beam etching）、電子サイクロトロン共鳴（ECR: electron cyclotron resonance）エッチング、誘導結合プラズマ（ICP: inductively coupled plasma）エッチング及び反応性イオンエッチング（RIE: reactive

ion etching）のうち選択されたいずれか一つの方法を用いて実施されることが望ましい。CAIBE方法を使用する場合、BCl₃ガスを主要エッチングガスとして使用し、Arガスを添加ガスとして使用する。他の方法が使用される場合、主要エッチングガス又は添加ガスが異なりうる。例えば、Cl₂又はHBrガスを主要エッチングガスとして使用でき、この際H₂ガスを添加ガスとして使用できる。

【0030】一方、上記湿式エッチングの場合、Ga_{0.9}N基板22の下部面は、所定の湿式エッチング液、例えばKOH、NaOH又はH₃PO₄溶液を使用してエッチングされる。

【0031】具体的には、所定量の上記エッチング液が充填されているエッチング槽に、Ga_{0.9}N基板22の厚さが所望の厚さに薄くなるまで、所定時間の間、上部面上にLD用の発光構造体が形成されたGa_{0.9}N基板22を浸けておく。

【0032】このような乾式又は湿式エッチングは、従来の機械的研磨と異なり、Ga_{0.9}N基板22の下部面に損傷を与えないので、下部面にダメージ層（図2の44）が形成されない。従って、上記乾式又は湿式エッチングで加工された上記下部面に電極を付着させる場合、電極は安定して付着させられる。

【0033】このように、乾式又は湿式エッチングされたGa_{0.9}N基板22の下部面上に、図5に示したように、n型電極42を形成する。n型電極42は、Ti電極であるのが望ましいが、Ti、Al、In、Ta、Pd、Co、Ni、Si、Ge及びAgより成った群から選択された少なくともいずれか一つの物質を含む電極とすることもできる。ここで、上記n型電極42は0乃至500℃で熱処理される。こうしたn型電極42は最終的に湿式又は乾式エッチングされた下部面に付着させられるので、上記のように安定して付着させられる。

【0034】従って、n型電極の付着と関連した従来の問題点は、解消されるか、少なくともLDの特性を低下させない範囲におさめられる。

【0035】〈第2実施例〉図6を参照して説明する。n型のGa_{0.9}N基板22上にn型Ga_{0.9}N層24と、n型AlGa_{0.1}N/Ga_{0.9}Nクラッド層26と、n型Ga_{0.9}Nウェーブガイド層28と、InGa_{0.1}N活性層30と、p型Ga_{0.9}Nウェーブガイド層32と、p型AlGa_{0.1}N/Ga_{0.9}Nクラッド層34及びp型Ga_{0.9}N層36とを順次に形成する。次いで、第1実施例と同様に、p型Ga_{0.9}N層36及びp型AlGa_{0.1}N/Ga_{0.9}Nクラッド層34を順次にエッチングしてリッジを形成した後、保護層38及びp型電極40を順次に形成する。

【0036】次に、図7を参照して説明する。第2実施例では、n型Ga_{0.9}N基板22の下部面を機械的に研磨する。Ga_{0.9}N基板22の下部面は、グラインディング又はラッピング方式で研磨されることが望ましく、その他改

善された表面研磨方式がある場合にはその方式で研磨されることがさらに望ましい。ここで、Ga N基板22上に形成された発光構造体を支持できる範囲内で、Ga N基板22の厚さを可能な限り薄くすることが望ましい。機械的に研磨されたn型Ga N基板22の下部面に、ダメージ層44が形成される。このように形成されたダメージ層44は、乾式又は湿式エッチングによって除去される。ここで、ダメージ層44を完全に除去するため、上記乾式又は湿式エッチングは、ダメージ層44が除去されうと見積もった時間よりも長い時間実施されるのが望ましい。尚、上記エッチングに使用するガスやエッチング液等は、第1実施例で使用了のものと同であっても差し支えないが、エッチング対象がダメージ層44である点を考慮して第1実施例で使用了のものと異なるガス又はエッチング液を使用することもできる。

【0037】図8に示すとおり、このように乾式又は湿式エッチングされたGa N基板22の下部面上にn型電極42を形成する。n型電極42は、第1実施例と同様に、形成される。その後の工程は第1実施例と同一である。

【0038】図9は機械的に研磨されたGa N基板の下部面の表面状態を示す走査電子顕微鏡写真である。図9より、機械的研磨後には、Ga N基板の下部面に、多くの欠陥が生成されているダメージ層が存在することが分かる。図9で下部の灰色部分はGa N基板の下部面を示す。

【0039】一方、図10は、機械的研磨により形成されたダメージ層を乾式又は湿式エッチングによって除去した後のGa N基板の下部面の表面状態を示す走査電子顕微鏡写真である。図10より、下部面は綺麗であり、下部面にはダメージ層が存在しないことが分かる。

【0040】図11と図12及び図13は、従来の製造方法により作成された発光素子と本発明の実施例の製造方法により作成された発光素子の電気的特性（電圧—電流特性）を示したグラフである。図11の第1グラフG1は、機械的に研磨されたGa N基板の下部面にn型電極が形成された発光素子の電気的特性を示したものである。図12の第2グラフG2は、乾式エッチングされたGa N基板の下部面上にn型電極が形成された発光素子の電気的特性を示したものである。図13の第3グラフG3は、湿式エッチングされたGa N基板の下部面上にn型電極が形成された発光素子の電気的特性を示したものである。

【0041】第1乃至第3グラフG1、G2、G3を比較すると、従来の場合8V以上で20mAの電流が得られるのに対し、本発明の場合エッチングの種類に関係なく5Vより低い電圧で20mAの電流が得られることが分かる。又、従来の場合は電気的特性のばらつきが大きいが、本発明の場合は電気的特性のばらつきがないことが分かる。

【0042】一方、LED製造過程にも本発明を適用できる。例えば、Ga N基板上にn型Ga N層、活性層及びp型Ga N層を順次に形成し、当該p型Ga N層上にp型電極を形成する。次いで、当該p型電極の所定領域上にボンディングパッドを形成する。その後、こうした発光構造体が形成された上記Ga N基板の下部面を上記の乾式又は湿式エッチング方式のみで又は機械的研磨方式と上記エッチング方式とを併用して加工する。このように加工された上記下部面上にn型電極を形成してLEDを完成させる。

【0043】上記の説明で多くの事項が具体的に記載されているが、これらは発明の範囲を限定するものとして解釈されるべきではなく、望ましい実施例の例示として解釈されるべきである。例えば、本発明の属する技術分野において通常の知識を有する者なら、リッジ型ではないLDの製造方法にも本発明の技術的思想を適用でき、活性層を含む共振器層の形態を異なるようにしたLDの製造方法にも本発明の技術的思想を適用できるであろう。又、III—V族のGa N基板ではない化合物半導体基板又はII—VI族の化合物半導体基板を使用することもできるであろう。従って、本発明の範囲は説明された実施例により決められるのではなく、特許請求の範囲に記載された技術的思想により決められる。

【0044】

【発明の効果】前述したように、本発明のGa N発光素子、特にレーザダイオードの製造方法では、初めから、或いは、機械的に研磨した後に機械的研磨過程で形成されるダメージ層を除去するために、発光構造体が形成されたGa N基板の下部面を乾式又は湿式エッチングし、その後、Ga N基板の下部面にn型電極を形成する。

【0045】このように、最終的に乾式又は湿式エッチングした下部面上にn型電極を形成することとしたので、ダメージ層を介在させることなく、n型電極を形成することができる。このように形成したn型電極の付着特性は安定的なもので、LDやLED等のような発光素子の発光効率を高めることができ、その他の特性が低下することも防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来技術によるGa N LEDの断面図である。

【図2】 従来技術によるGa N LDの断面図である。

【図3】 本発明の第1実施例によるGa N LDの製造方法を段階別に示した断面図である。

【図4】 本発明の第1実施例によるGa N LDの製造方法を段階別に示した断面図である。

【図5】 本発明の第1実施例によるGa N LDの製造方法を段階別に示した断面図である。

【図6】 本発明の第2実施例によるGa N LDの製造方法を段階別に示した断面図である。

【図7】 本発明の第2実施例によるGaN LDの製造方法を段階別に示した断面図である。

【図8】 本発明の第2実施例によるGaN LDの製造方法を段階別に示した断面図である。

【図9】 従来技術によりGaN基板の下部面を機械的に研磨した後の表面状態を示す走査電子顕微鏡写真である。

【図10】 本発明の実施例によりGaN基板の下部面をエッチングした後の表面状態を示す走査電子顕微鏡写真である。

【図11】 従来技術によるGaN発光素子製造方法により形成された発光素子の電気的特性を示したグラフであって、機械的に研磨されたGaN基板の下部面にn型電極が形成された発光素子の電気的特性を示したグラフである。

【図12】 本発明の実施例によるGaN発光素子製造方法により形成した発光素子の電気的特性を示したグラフであって、乾式エッチングされたGaN基板の下部面

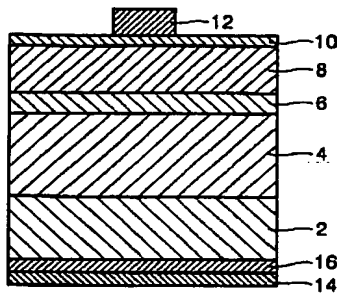
上にn型電極が形成された発光素子の電気的特性を示したグラフである。

【図13】 本発明の実施例によるGaN発光素子製造方法により形成した発光素子の電気的特性を示したグラフであって、湿式エッチングされたGaN基板の下部面上にn型電極が形成された発光素子の電気的特性を示したグラフである。

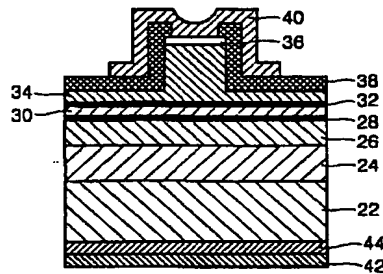
【符号の説明】

- 22…n型GaN基板、
- 24…n型GaN層、
- 26…n型AlGaIn/GaNクラッド層、
- 28…n型GaInNウェーブガイド層、
- 30…InGaIn活性層、
- 32…p型GaInNウェーブガイド層、
- 34…p型AlGaIn/GaNクラッド層、
- 36…p型GaInN層、
- 38…保護層、
- 40…p型電極。

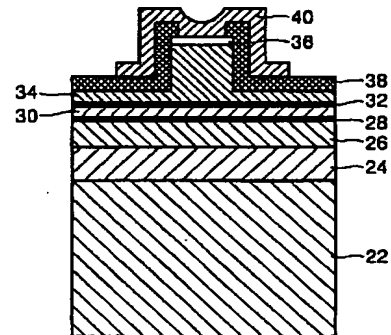
【図1】



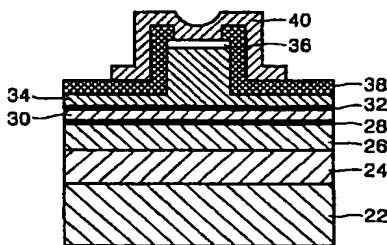
【図2】



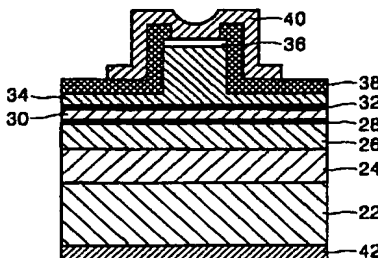
【図3】



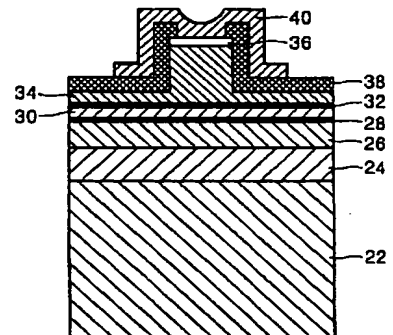
【図4】



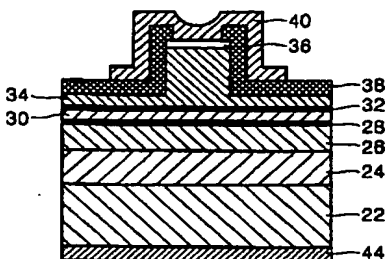
【図5】



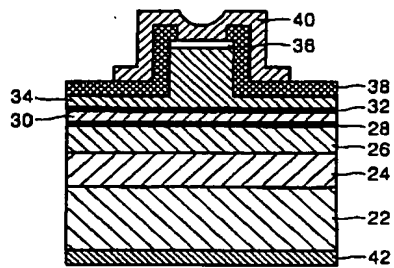
【図6】



【図7】



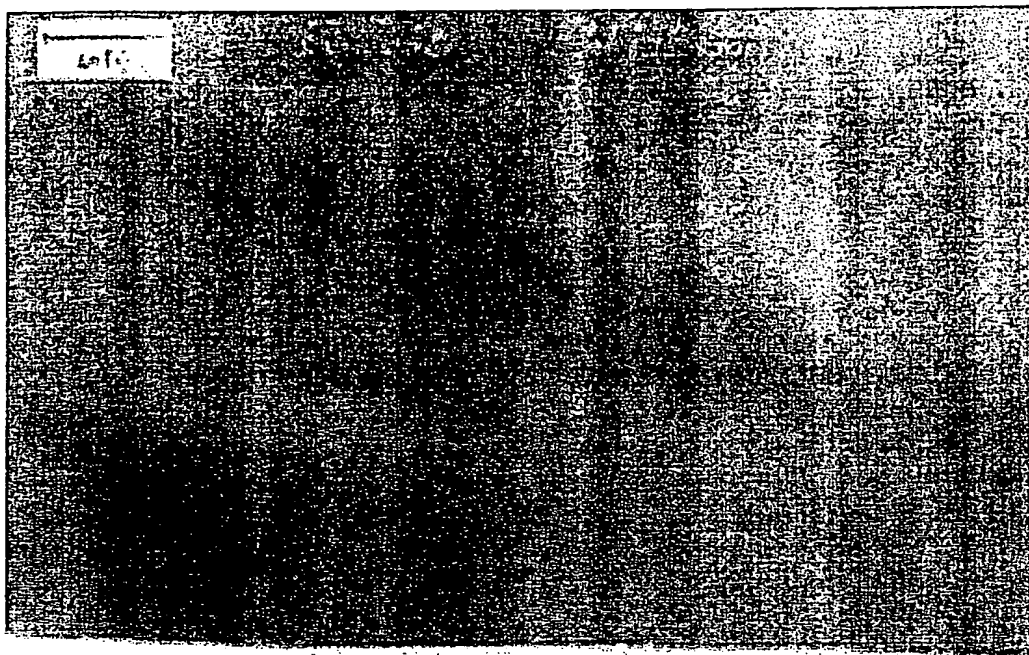
【図8】



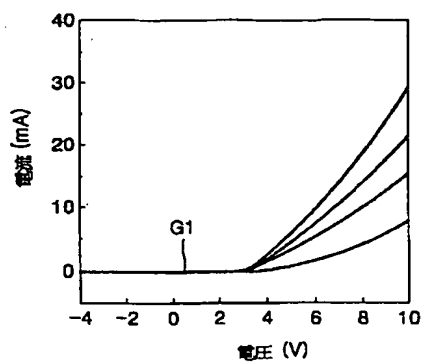
【図9】



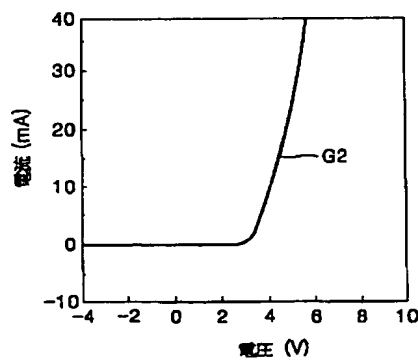
【図10】



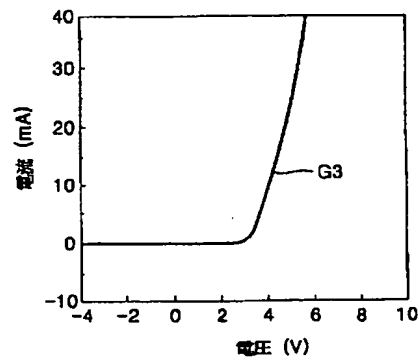
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 李 ▲きょう▼ 烈
大韓民国京畿道水原市八達区露通洞988-
2番地 サルゲゴル星志アパート710棟
1101号

Fターム(参考) 5F004 AA16 BA14 BA20 DA00 DA04
DA11 DA23 DA24 DB19 EA38
5F041 AA44 CA04 CA40 CA73 CA74
CA83 CA99 FF16
5F043 AA13 BB10
5F073 AA04 AA45 BA05 BA06 CA07
CB02 DA21 DA23 DA25 EA28

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.